



COURS DE STRUCTURE MACHINE

SÉRIE 04

OBJECTIF PÉDAGOGIQUE :

À l'issue de cette série le stagiaire doit être capable de connaître :

- 1- L'architecture de l'unité centrale.
- 2- Le déroulement d'une instruction au niveau de l'unité centrale

PLAN DE LA LEÇON :

INTRODUCTION

I- REPRÉSENTATION ET ARCHITECTURE D'UNE UNITÉ CENTRALE

II- LES REGISTRES DU CPU:

- 1- Le compteur ordinal (CO)
- 2- Le registre instruction (RI)
- 3- L'accumulateur (ACC)
- 4- Les registres généraux
- 5- Le registre d'état
- 6- Le registre d'adresse mémoire
- 7- Le registre de données

III- EXÉCUTION DES INSTRUCTIONS

EXERCICES D'APPLICATION

INTRODUCTION :

L'unité centrale est le cœur de l'ordinateur. C'est elle qui exécute les instructions des programmes d'application et qui traite les données contenues dans la mémoire centrale. L'unité centrale se compose d'un ensemble d'unités chargées de mémoriser, de transformer et de traiter les instructions, les adresses et les données.

I- REPRÉSENTATION ET ARCHITECTURE D'UNE UNITÉ CENTRALE :

Les traitements automatisés de l'information sont réalisés par un ensemble de circuits électroniques qui composent le "cœur" de l'ordinateur.

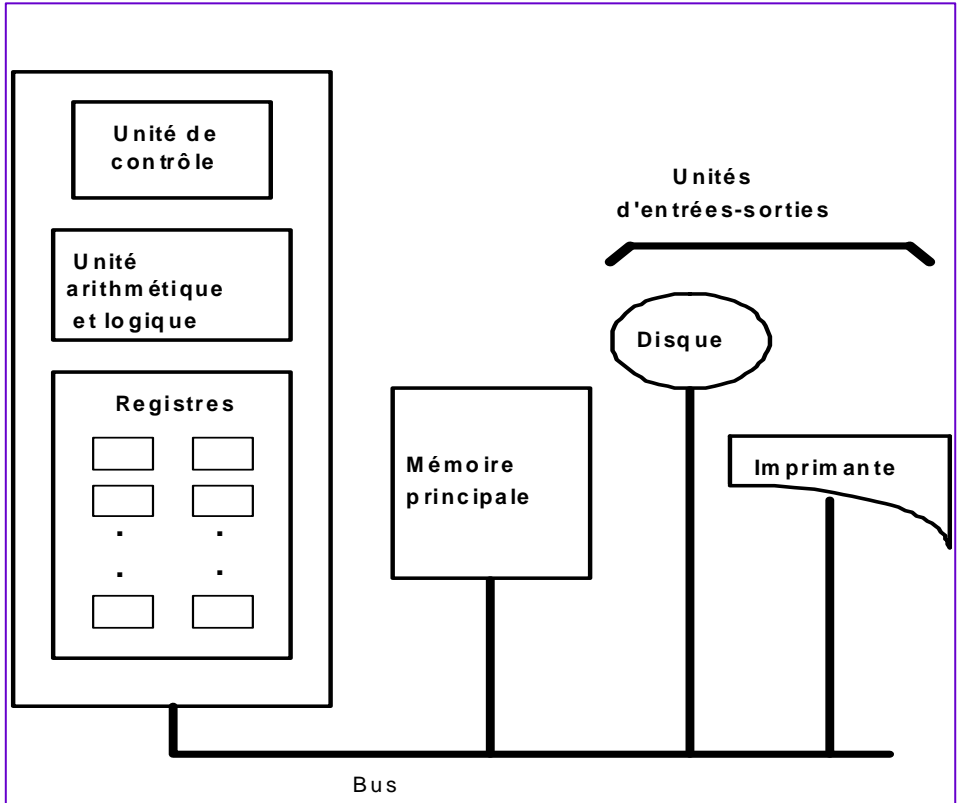
Ces circuits assurent les grandes fonctions suivantes :

- Le stockage temporaire, par la mémoire centrale, des programmes et des données, le temps du déroulement du traitement ;
- L'exécution, par le processeur, des instructions du programme et qui entraîne la transformation des données (création, modification, suppression, ...) ;
- L'échange, par le sous-système d'entrée/sortie, des données avec les unités périphériques.

L'unité centrale est donc composée de la mémoire centrale, du processeur et du sous-système dispositif d'entrée/sortie.

- La mémoire centrale stocke les instructions et les données traitées par le processeur et de ce fait, le processeur et la mémoire centrale sont intimement associés.
 - o Le processeur (Central Processing Unit ou CPU) est l'élément de l'unité centrale qui interprète et exécute les instructions du programme. Ses circuits génèrent les signaux nécessaires à l'exécution de chaque instruction.
- Le processeur se compose de l'unité de commande et de contrôle (control unit) et de l'unité de traitement.

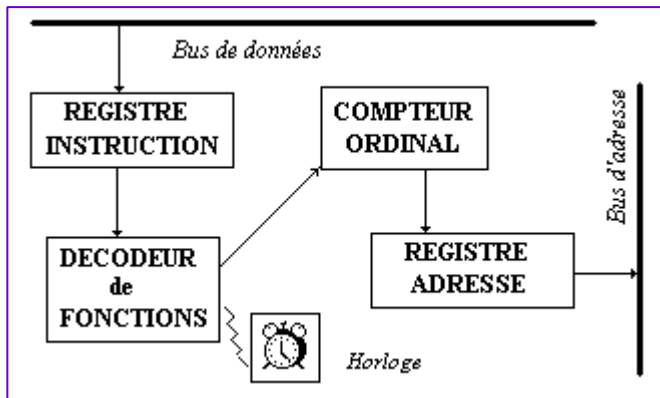
Le schéma suivant montre l'architecture simplifiée d'un ordinateur traditionnel.



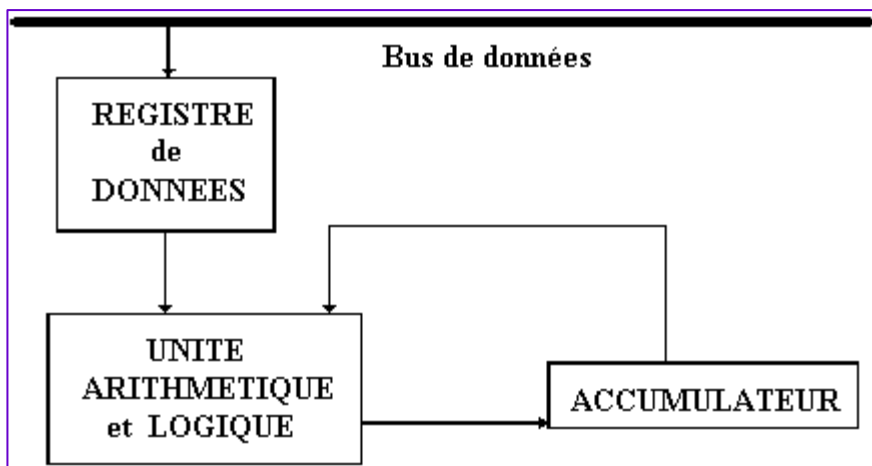
L'unité de commande (ou de contrôle ou séquenceur), est la partie du CPU qui déclenche les différentes phases de l'exécution des instructions. C'est pour ainsi dire le cerveau de l'ordinateur.

Elle est composée au minimum :

- D'un registre instruction RI,
- D'un compteur ordinal CO,
- D'un registre adresse RA,
- D'un décodeur de fonctions,
- D'une horloge.



L'unité arithmétique et logique ou unité de calcul, est la partie du CPU qui s'occupe d'exécuter les opérations logiques et les calculs arithmétiques commandés par le ou les programmes. C'est le "tâcheron" par excellence.



Lorsque l'unité de commande (ou de contrôle) et l'unité arithmétique et logique sont intégrées sur une même "puce" ou microcircuit, on désigne l'ensemble par le terme processeur ou microprocesseur pour les ordinateurs de petite taille. Le processeur est également muni de registres qui mémorisent temporairement l'information significative nécessaire. Plusieurs types de registres sont présents dans le CPU. Il y a des registres à adressage explicite, qui sont utilisés directement par les programmes, et des registres à adressage implicite, qui sont nécessaires au fonctionnement interne du processeur. Selon le type d'information qu'un registre est destiné à contenir, on parlera de registre d'adresse (RA), de registre d'instruction (RI) etc.

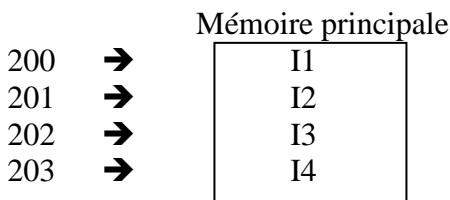
II- LES REGISTRES DU CPU:

Le nombre et le type des registres que possède le CPU sont une partie déterminante de son architecture et ont une influence importante sur la programmation. La structure des registres du CPU varie considérablement d'un constructeur à l'autre. Cependant les fonctions de base réalisées par les différents registres sont essentiellement les mêmes. Nous allons décrire les registres les plus importants, leur fonction et la façon dont ils peuvent être modifiés par programme.

1- Le compteur ordinal (Co) :

Le compteur ordinal (CO), appelé aussi compteur de programme ou compteur d'instruction, permet de mémoriser l'adresse de la cellule mémoire qui contient la prochaine instruction à exécuter.

Exemple :



Considérons ce programme (suite d'instructions) contenu en mémoire principale qui s'exécutera de façon séquentielle. Chaque instruction, avant son exécution, doit être fournie à l'unité de commande. Le compteur de programme permet donc de donner l'adresse de la cellule mémoire que l'on doit lire pour récupérer l'instruction. Ainsi, le PC va prendre successivement les valeurs 200, 201, 202, 203 et en fin d'exécution la valeur 204.

Ce fonctionnement est identique lorsque le programme n'est pas séquentiel (branchement).

Le compteur de programme est fondamental dans l'architecture d'un processeur, il est nécessaire à la procédure d'exécution des instructions d'un programme.

2- Le registre Instruction (RI) :

Une fois que l'instruction est extraite de la mémoire par le CPU, elle est conservée dans le registre instruction. Le compteur ordinal est ensuite modifié afin qu'il pointe sur l'instruction suivante. Une fois extraite de la mémoire et copiée dans le registre d'instruction de l'unité de contrôle, l'instruction (les bits ainsi stockés) est alors décodée par le décodeur d'instructions pour déterminer l'opération à exécuter.

3- L'accumulateur (Acc) :

L'accumulateur est un registre très important de l'UAL. Dans la plupart des opérations arithmétiques et logiques l'ACC contient un des opérandes (nombre) avant l'exécution et le résultat après.

4- Les registres Généraux :

Les registres généraux ou banalisés, permettent de sauvegarder des informations fréquemment utilisées pendant le programme, ou des résultats intermédiaires; cela évite des accès à la mémoire, accélérant ainsi l'exécution du programme.

Les registres généraux sont à la disposition du programmeur qui a normalement un choix d'instructions permettant de les manipuler. Les plus répandues sont :

- Chargement d'un registre à partir de la mémoire ou d'un autre registre ;
- Enregistrement en mémoire du contenu d'un registre ;
- Transfert du contenu d'un registre dans l'Acc et vice versa ;
- Incrémentation ou décrémentation d'un registre.

5- Le registre d'état :

Ce registre contient des informations qui lui sont fournies par l'Unité Arithmétique et Logique. Ce sont différents bits appelés drapeaux (flags) qui renseignent sur la façon dont s'est déroulée une instruction.

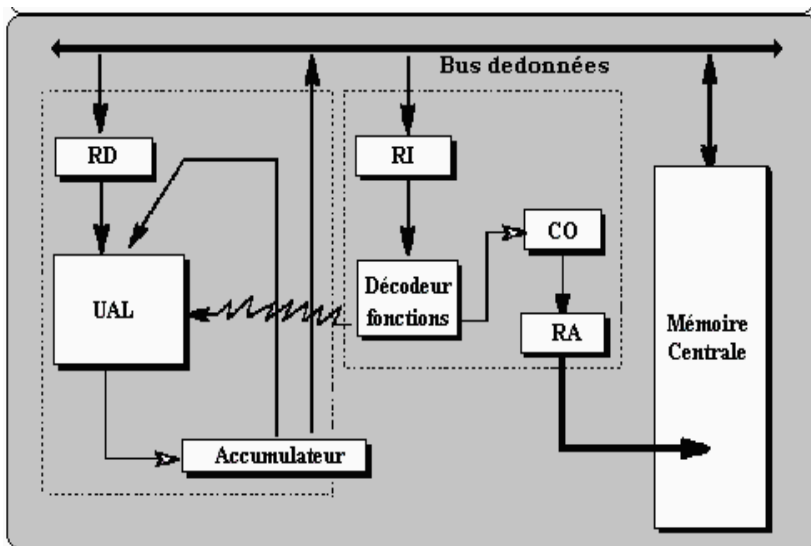
6- Le registre d'adresse mémoire :

Ce registre est placé entre la mémoire centrale et le bus d'adresse. Il contient pendant un laps de temps très court une adresse qui est échangée entre la mémoire centrale et l'unité de traitement.

7- Registre de données :

Ce registre est un registre tampon qui assure l'interfaçage entre le microprocesseur et son environnement ou inversement. Il conditionne le bus externe ou le bus interne des données.

Ci-dessous une représentation schématique des registres de l'unité de traitement



III- EXECUTION DES INSTRUCTIONS :

L'UAL est la partie de l'ordinateur qui effectue la plupart des calculs. On peut résumer les opérations effectuées par L'UAL ainsi:

- Les opérations d'ordre logique comme la conjonction logique OU, la disjonction ET, la négation NON, les opérations de comparaison ($<$, $>$, $=$, ..., etc).
- Les opérations arithmétiques comme l'addition, la soustraction, la multiplication, la division, les opérations en point flottant.

La puissance de traitement d'un ordinateur ne découle donc pas de la capacité à exécuter des opérations complexes, mais plutôt de la capacité d'exécuter un très grand nombre d'opérations simples en un court laps de temps.

Les opérations arithmétiques impliquent généralement deux nombres à l'entrée, comme par exemple les opérations de comparaison et la plupart des opérations logiques. On appelle opérandes les deux nombres impliqués dans une opération parce qu'on agit sur eux à l'aide d'un opérateur. Lorsque l'opérateur agit sur deux opérandes, on dit qu'il s'agit d'un opérateur binaire ou dyadique. S'il agit sur un seul opérande, on dit qu'il est unaire. La négation (NON) est un exemple d'opérateur unaire.

• Déroulement d'une opération dans l'UAL :

Le traitement d'une instruction peut être résumé en phases comme suit :

Phase 1 : Recherche de l'instruction à traiter :

- Le Compteur ordinal contient l'adresse de l'instruction suivante du programme. Cette valeur est placée sur le bus d'adresses par l'unité de commande qui émet un ordre de lecture.
- Au bout d'un certain temps (temps d'accès à la mémoire), le contenu de la case mémoire sélectionnée est disponible sur le bus des données.
- L'instruction est stockée dans le **registre instruction** du processeur.

Phase 2 : Décodage de l'instruction et recherche de l'opérande :

Le registre d'instruction contient maintenant le premier mot de l'instruction qui peut être codée sur plusieurs mots. Ce premier mot contient le code opératoire qui définit la nature de l'opération à effectuer (addition, multiplication,...) et le nombre de mots de l'instruction.

- L'unité de commande transforme l'instruction en une suite de commandes élémentaires nécessaires au traitement de l'instruction.
Si l'instruction nécessite une donnée en provenance de la mémoire, l'unité de commande récupère sa valeur sur le bus de données.
- L'opérande est stocké dans un registre.

Phase 3 : Exécution de l'instruction : Le résultat est stocké dans un registre

Phase 4 : retour à la phase 1

Exemple :

Les figures suivantes montrent une unité de calcul à 4 registres et l'état de la mémoire principale. L'opération à effectuer (instruction) est: $[29] \leftarrow [12] + [18]$

Où [n] désigne le contenu de la cellule de mémoire d'adresse n. L'opération consiste donc à additionner les nombres contenus dans les emplacements 12 et 18 de la mémoire, et à inscrire le résultat de l'opération dans l'emplacement 29.

Pour simplifier le déroulement, on suppose que les registres **R2** et **R3** sont réservés aux opérandes, **R1** aux instructions et **R4** au résultat final.

Figure 1 : État initial avant le début de l'opération

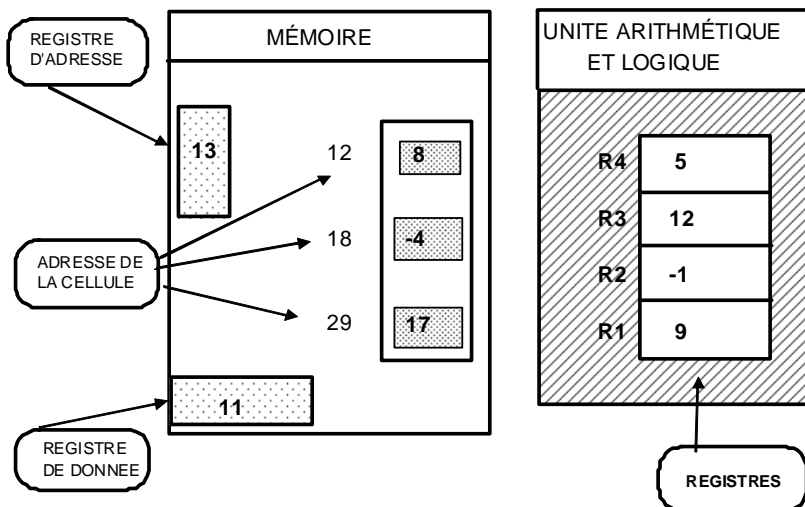


Figure 2 : L'instruction est copiée dans le registre R1 de l'UAL

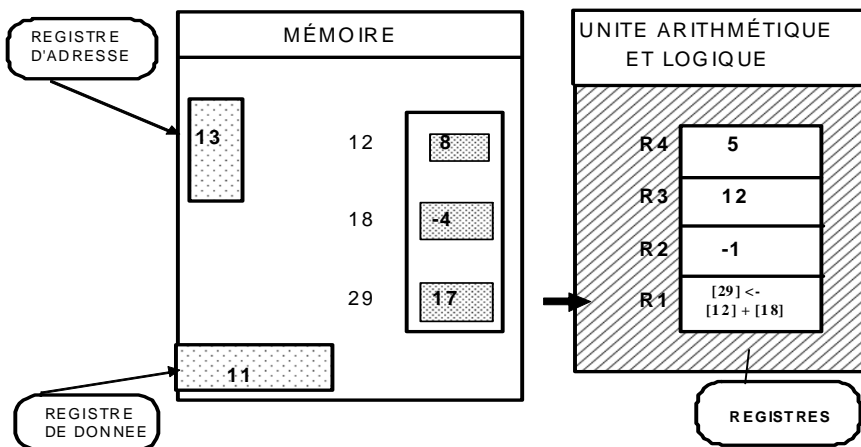
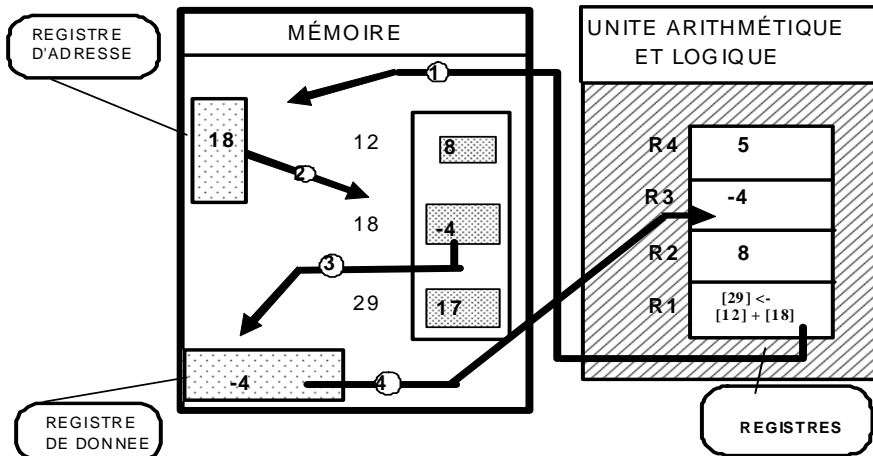


Figure 3 : Le premier opérande est copié dans le registre R2 de



l'UAL

Figure 4 : Le 2e opérande est copié dans le registre R3 de l'UAL

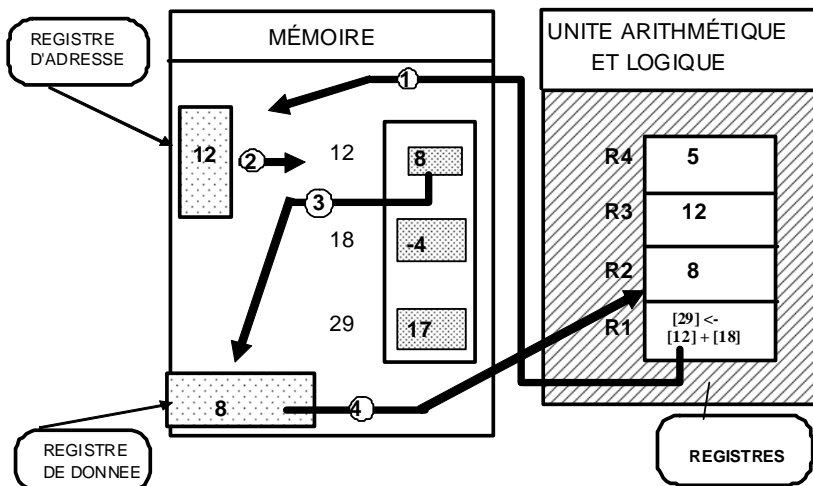


Figure 5 : L'addition est effectuée. Le résultat va dans le registre R4

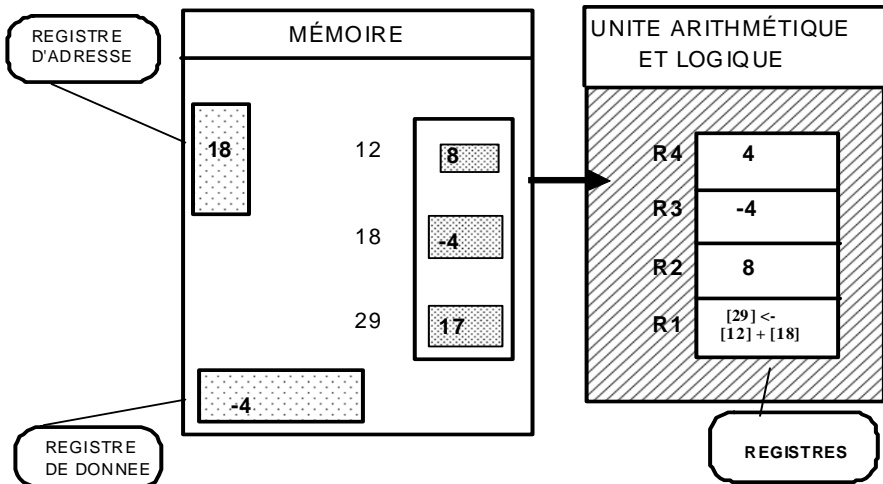
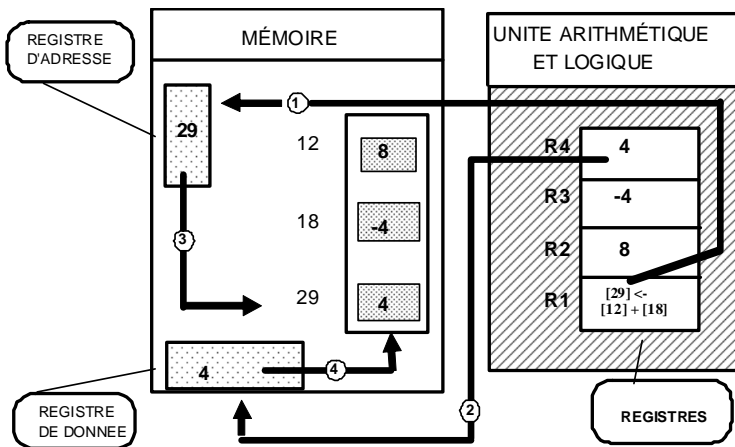


Figure 6 : Le résultat est copié dans l'emplacement 29 de la mémoire:



EXERCICES D'APPLICATION:

EXERCICE N°01 :

- 1- Qu'est-ce qu'une UAL?
- 2- Lorsque le microprocesseur lit une instruction, où la met-il avant de la décoder?
- 3- Quel est le rôle de l'unité de commande ?
- 4- Que contient le compteur de programme ?
- 5- Qu'est-ce qu'un registre ?
- 6- Quelle est la différence entre un registre d'adresse et de donnée ?

EXERCICE N°02 :

Montrez schématiquement le déroulement de l'instruction suivante dans UC :

Multiplication (A .B) → résultat

Sachant que :

- La variable A se trouve à l'adresse [10] et est=5
- La variable B se trouve à l'adresse [12] et est =10
- Le résultat sera stocké dans l'adresse [15]

CORRIGÉS DES EXERCICES :

1- L'unité arithmétique et logique, abrégée UAL, est l'organe de l'ordinateur chargé d'effectuer les calculs.

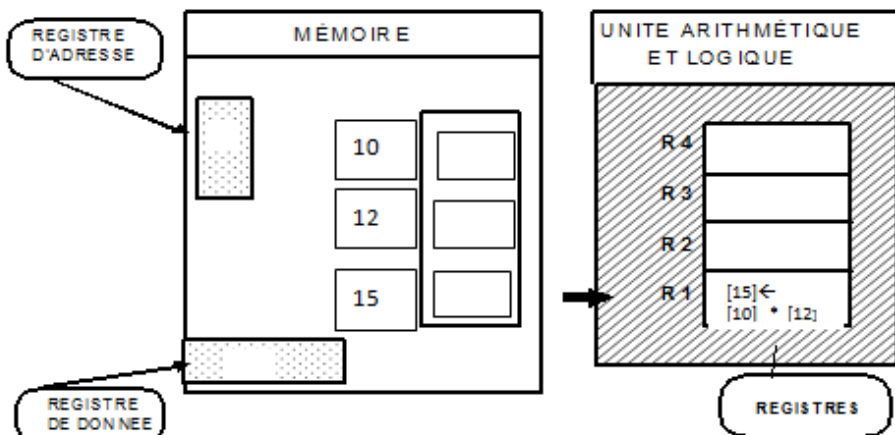
Le microprocesseur a un registre ou un tampon qui contient la ou les dernières instructions lues en mémoire.

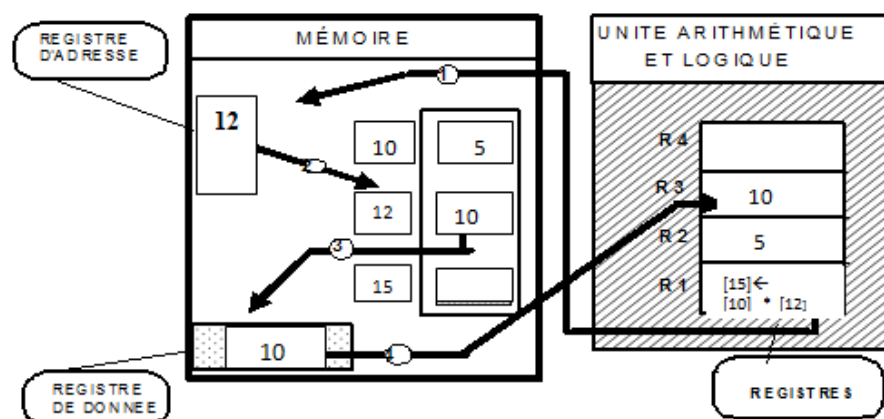
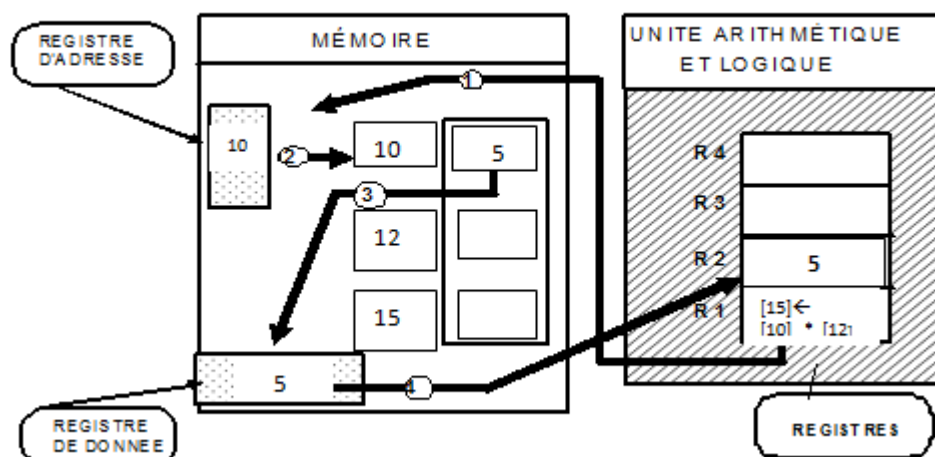
Le registre CO (Program Counter: PC) contient toujours l'adresse en mémoire de la prochaine instruction à exécuter. Le CO est automatiquement incrémentée après chaque utilisation.

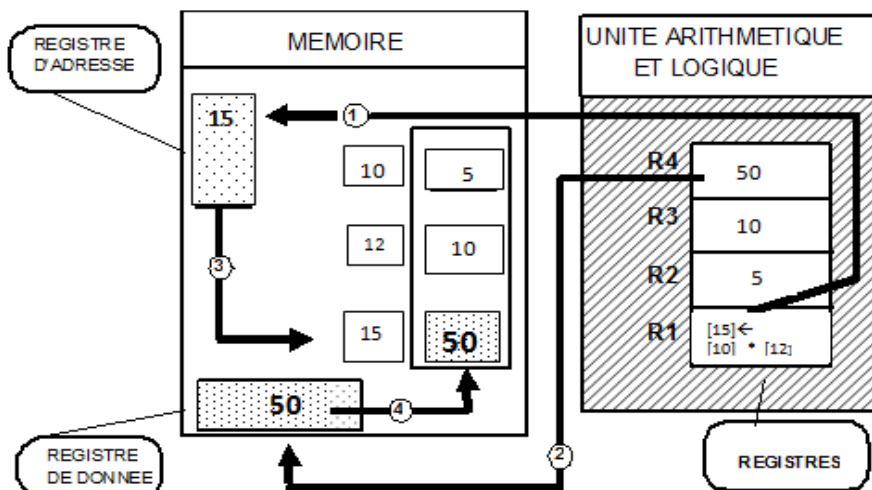
Une unité de commande (ou de contrôle): est la partie du CPU qui déclenche les différentes phases de l'exécution des instructions. Elle effectue la recherche en mémoire de l'instruction. Elle en assure le décodage (car chaque instruction est codée sous forme binaire), réalise son exécution puis effectue la préparation de l'instruction suivante.

Un registre est une petite partie de mémoire intégrée au microprocesseur, dans le but de recevoir des informations spécifiques, notamment des adresses et des données stockées durant l'exécution d'un programme.

2-







RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

- 1- CT BULABULA DEMA Faustin, Cours de Systèmes d'exploitation et le Bureautique I, ISP/Bukavu en G1 IG, Inédit, 2004-2005
- 2- Ass TASHO KASONGO, Cours de l'Introduction à l'Informatique, ISP/Bukavu en G1 IG, Inédit, 2006-2007
- 3- Ass KYENDA SULIKA Dieu-donné, Cours de Systèmes d'exploitation, ISP/Bukavu en G1 IG, Inédit, 2000-2001.
- 4- AUMIAUX, M. Initiation à l'informatique de gestion, 2ème éd. Masson, Paris, 1983.
- 5- CAPRON, H.L. Computer, a tool for information age, 3ème ed. Upper saddle river, New Jersey, 2000.
- 6- CHAUMEL J.L.: L'implantation d'une technologie, nouvelle leçon corrigée, ed. Hériot, Montréal, 1989.
- 7- DANIEL, C. : Organiser le développement de la micro-informatique, Ed. d'organisations, Paris, 1987.
- 8- DELEPONE, J.F., Introduction théorique à l'informatique, Africa Computing, Abidjan, 2004.
- 9- DONALD H. : L'informatique : Un instrument de la gestion, Mc Graw-Hill, 1980.
- 10- DULONG, A. et SUTTER, E. : Les technologies de l'information, Paris, 1990,
- 11- JAVEAU, C. : Enquête par questionnaire, éd. ULB, 1995.
- 12- LOOIJEN M. : Information Systems : Management, Control and Maintenance, Kluwer Bedrijfsinformatique, 1998. .

WEBGRAPHIE :

<http://www.bestcours.com/systeme-exploitation>

<http://depinfo.u-cergy.fr/~pl/docs/slidesOS.pdf>

http://deptinfo.cnam.fr/Enseignement/CycleA/AMSI/transparents_systemes/14_gestion_memoire.pdf